

ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТЬ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АМГ5 ПОСЛЕ РАВНОКАНАЛЬНОГО УГЛОВОГО ПРЕССОВАНИЯ

Шайсултанов Д. Г.¹

Руководитель – к. т. н. Печина Е. А.²

¹⁾Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, shaydim_1987@mail.ru

²⁾Физико-технический институт УрО РАН, г.Ижевск, el_pechina@mail.ru

Как правило, любая пластическая деформация может оказывать существенное влияние на микроструктуру и свойства металлов и сплавов. Материалы, подвергнутые деформации традиционными методами, обычно обладают пониженной пластичностью при увеличении прочности. Получение конструкционных материалов повышенной прочности с достаточно высоким уровнем пластичности возможно при создании в них нано- и ультрамелкозернистой (УМЗ) структуры интенсивной пластической деформацией (ИПД). Метод равноканального углового прессования (РКУП) является одним из методов ИПД [1].

Как известно, алюминиевые сплавы широко применяются в различных областях промышленности (авиа-, ракето-, автомобилестроение, пищевая и легкая промышленность) в качестве элементов конструкций, сосудов, крепежных изделий и т.д. Полуфабрикаты алюминиевых сплавов системы Al-Mg, которые являются неупрочняющимися термообработкой, изготавливают деформированием. Таким образом, вызывает интерес влияния ИПД и последующих термообработок на свойства и структуру алюминиевого сплава с целью выявления новых функциональных свойств.



Рис.1. Вид установки для РКУП.

Объектами для исследования выбраны прутки диаметром 20 мм и длиной 100 мм с количеством проходов $n = 1 \div 3$, полученные РКУП при комнатной температуре. РКУП прутков проведена на технологической оснастке (рис.1) с

углом пересечения каналов 90° , установленной на гидравлическом прессе с максимальным усилием 400 тс.

Термостабильность структуры и свойств алюминиевого сплава после ИПД изучена с помощью измерения микротвердости, проведения механических испытаний на одноосное растяжение, рентгеноструктурного анализа и металлографии после низкотемпературных кратковременных нагревов. Вид образцов на растяжение представлен на рис.2. Сверхпластичность сплава после ИПД исследована с помощью механических испытаний на одноосное растяжение при температурах до 300°C и скоростях деформации от 10^{-2} до 10^{-4} с^{-1} . Растворение и выделение легирующих элементов определяли по изменению параметра кристаллической решетки матрицы по данным рентгеновской дифракции. Изменение микроструктуры (размер, морфология структурных составляющих) анализировали на травленых шлифах до и после ИПД методом оптической микроскопии на Neofot 3. Неоднородность деформации оценена измерением микротвердости на приборе ПМТЗ.



Рис.2. Вид образцов для механических испытаний ($l=26\text{мм}$, $d=4\text{мм}$).

Результаты одноосного растяжения сплава после РКУП представлены на рис.3.

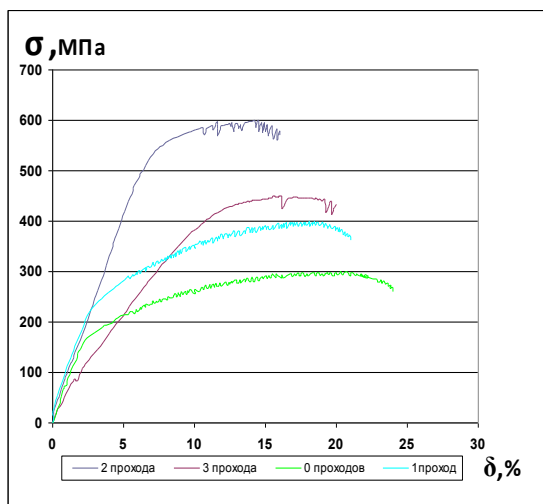


Рис.3. Диаграммы растяжения сплава АМг5 после РКУП.

Таким образом, в настоящей работе можно сформулировать следующие выводы.

Показано, что при кратковременных нагревах алюминиевого сплава АМг5 после РКУП происходят значительные изменения структуры и механических свойств.

Обнаружено, что кратковременный нагрев сплава АМг5 после РКУП от 100 до 450°C в течение 15 мин вызывает падение прочности до значения недеформированного сплава.

В процессе растяжения на диаграммах «напряжение-деформация» наблюдаются скачки напряжений, обусловленные циклическим упрочнением-разупрочнением под действием движения и закрепления дислокаций на барьерах. Разница между верхним и нижним пределом прочности уменьшается после ТО для сплава после РКУП, и остается неизменным для сплава до РКУП. Данное говорит о прохождении релаксации структуры после РКУП в ходе кратковременных нагревов, обусловленной превращением неравновесных границ в равновесное состояние и выходом атомов легирующих элементов из твердого раствора.

При растяжении с нагревом при 300°C выявили эффект свехпластичности - образование плато текучести на диаграммах растяжения (рис.4) при скоростях 10^{-2} и 10^{-4} с⁻¹. При скорости деформации 10^{-4} с⁻¹ сплав испытывает больший эффект свехпластичности, а именно - течет при меньшей (в 3 раза) нагрузке. Относительное удлинение в первом случае составило 43%, а во втором-35%.

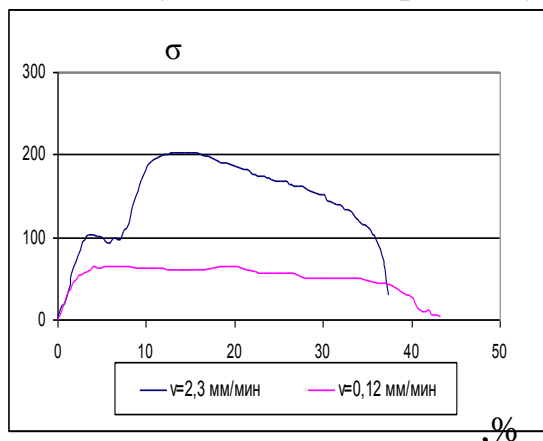


Рис.4. Диаграммы растяжения сплава АМг5 при температуре 300°C.

Вид изломов образцов после одноосного растяжения подвергнутого РКУП сплава с увеличением количества проходов становится более ровным, что указывает также на формирование однородной структуры.

После нагрева при 150°C в течение 15 мин вид изломов сплава после РКУП меняется значительно: площадка излома уменьшается до 2-х раз с увеличением количества проходов. Это обусловлено изменением структуры в процессе нагрева.

[1] Валиев Р.З., Александров И.В. Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 398 с.

Авторы очень признательны коллективу Института физики перспективных материалов – УГАТУ (г. Уфа) за оказанную помощь в освоении методов ИПД.